

Diminution de la pollution diffuse dans les arbres de Noël

François Gendron, B.Sc., CAE-Estrie

Julie Mainguy, agr., B.Sc., IRDA

Simon Guillemette, M.Sc., IRDA



Institut de recherche
et de développement
en agroenvironnement

Financement du projet

*Agriculture, Pêcheries
et Alimentation*

Québec 

Financé par le programme Prime-Vert – volet 2 – Approche régionale et interrégionale – Sous-volet 2.1 – Approche régionale du ministère de l’Agriculture des Pêcheries et de l’Alimentation du Québec

Plan de la présentation

- Introduction
- Méthodes
 - Croissance des arbres
 - Sols
- Résultats
 - Croissance des arbres
 - Sols
- Questions / Réponses
- Questions

Introduction

- Projet débuté en 2019
- Pas de grille de fertilisation basée sur la fertilité des sols
- Objectif
 - Diminuer la pollution diffuse dans les arbres de Noël
 - Développer un argumentaire pour l'élaboration d'une grille de fertilisation
- Projet vise l'azote (N) et le phosphore (P)
 - Pas de problème environnemental pour le potassium
- Résultats des 3 premières années de croissance
 - Résultats préliminaires
 - Reste à voir le contexte géospatial, la météo, ...

Équipe de réalisation du projet

Club Agroenvironnemental de l'Estrie: François Gendron – Chargé de projet

IRDA: Christine Landry – Responsable Scientifique et fertilisation

Fertior: Jacinthe Drouin – agronome

MAPAQ – Direction régionale de l'Estrie: Dominique Choquette – agronome

MAPAQ – Direction régionale de la Chaudière-Appalaches: Christian Lacroix – agronome

Producteurs d'arbres de Noël:

- Daren Côté
- Yanick Croteau
- Charles Vaillancourt
- Rénaud Gilbert

Professionnels, agronomes, techniciens et étudiants d'été du CAE, de l'IRDA, du MAPAQ et de Fertior



Méthode

- 4 sites
 - 2 en Estrie
 - 1 en Chaudière-Appalaches
 - 1 au Centre-du-Québec
- 2 essais par site (N et P)
- 5 traitements par éléments
- 3 répétitions par site par élément (6 répétitions au total)
- ~ 50 arbres par parcelles (~18 000 mesurés)
- Environ 1 ha
- Arbres d'espèce Baumier
- Racines nues



Méthode

- Tableau des étapes

Sites	2019	2020	2021	2022	2023
Site 1	Incorporation	Plantation	An 2	An 3	An 4
Site 2	Incorporation	Plantation	An 2	An 3	An 4
Site 3		Incorporation	Plantation	An 2	An 3
Site 4		Incorporation	Plantation	An 2	An 3

Méthode - Azote

- 27 – 00 – 00
- 5 traitements

Traitements	An 1	An 2	An 3
Témoin	00	00	00
Faible	00	10	10
Intermédiaire	10	15	20
CRAAQ	20	25	25
Forte	30	45	45

- 10 unités = 0,3 once/arbre OU 9,5 g/arbre OU 37 kg/ha
- 45 unités = 1,5 once/arbre OU 42,5 g /arbre OU 167 kg/ha

Méthode - Phosphore

- 00 – 46 – 00
- 5 traitements

Traitements		An 1	An 2	An 3
Témoin		00	00	00
Incorporé	CRAAQ	130	00	00
	Forte	285	00	00
Surface	CRAAQ	50	55	25
	Forte	110	120	55

- 55 unités = 1,1 once/arbre OU 30,5 g/arbre OU 120 kg/ha
- 120 unités = 2,3 once/arbre OU 66,5 g/arbre OU 261 kg/ha

Méthode - Potassium

- 00 – 00 – 60
- Dose du CRAAQ pour tous les traitements

Méthode

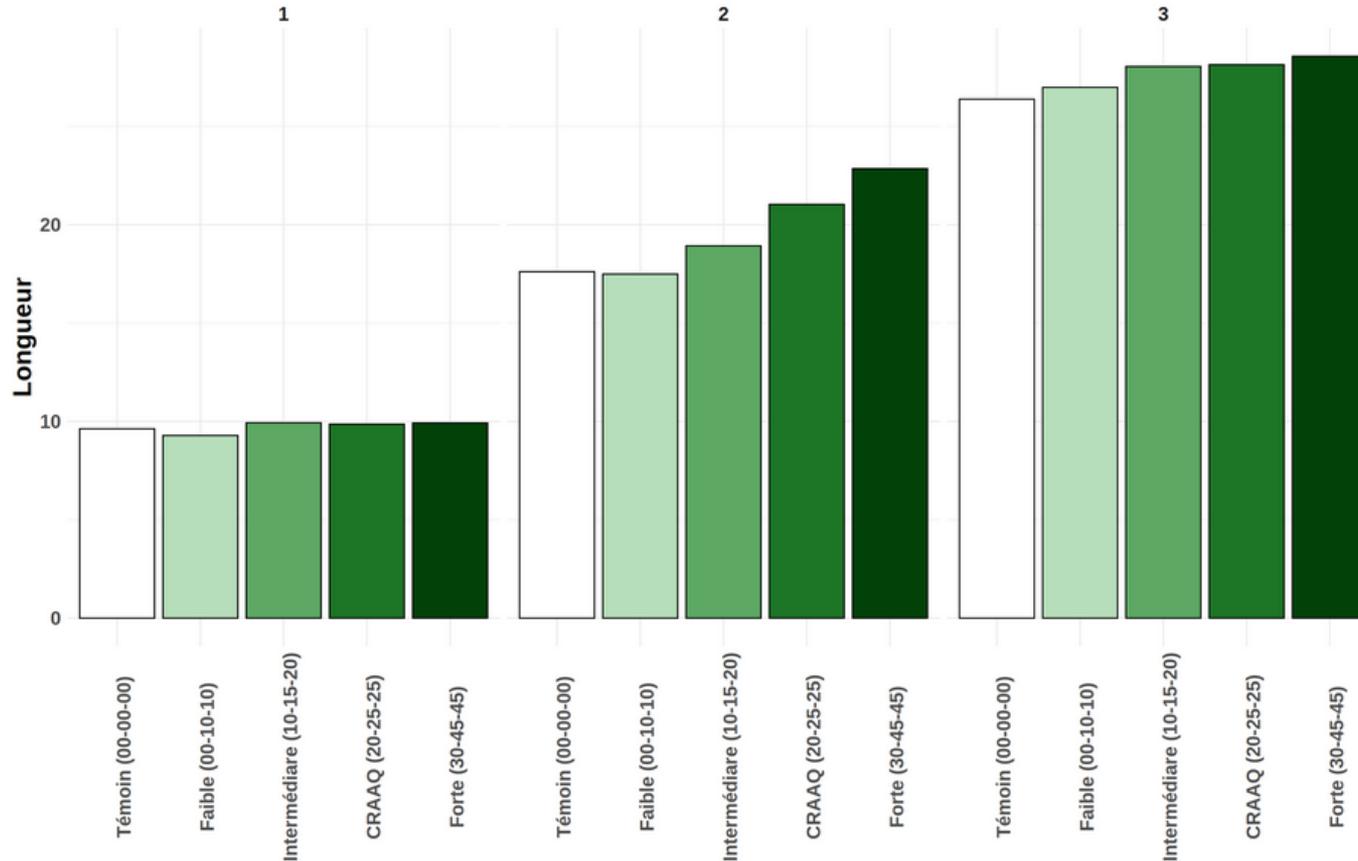
- Engrais appliqué à la main
- Au printemps (fin mai - début juin)
- En forme de beigne au bout des branches
- Données mesurées à l'automne (Octobre)
 - Hauteur de l'arbre
 - Hauteur avant la tête
 - Diamètre du tronc à 1 pouce du sol
 - Nombre de bourgeons sur la tête (sans couronne)
 - Couleur (Vert, Vert pâle, Jaune, Rouge)
 - Longueur de la tête
 - Nombre de bourgeons / cm de croissance



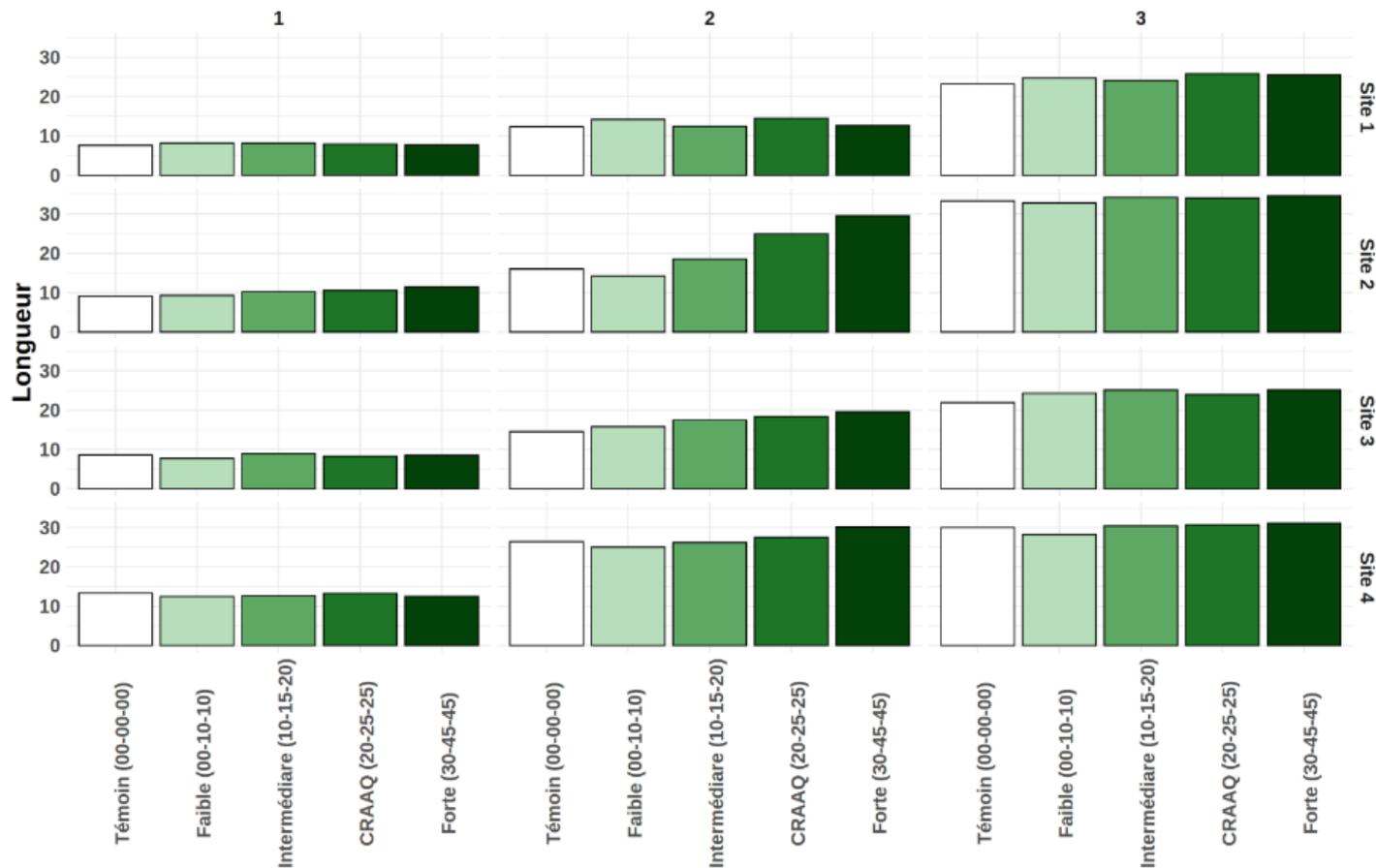
Résultats - Croissance - N - Longueur de la tête

Traitement	emmean	SE	df	asyp.LCL	asyp.UCL	.group
Témoin (00-00-00)	20.15881	1.203976	Inf	17.06608	23.25154	a
Faible (00-10-10)	20.54734	1.204114	Inf	17.45425	23.64042	ab
Intermédiaire (10-15-20)	20.67093	1.203869	Inf	17.57847	23.76338	abc
CRAAQ (20-25-25)	21.04275	1.203705	Inf	17.95072	24.13478	bc
Forte (30-45-45)	21.40432	1.203830	Inf	18.31197	24.49667	c

Résultats - Croissance - N - Longueur de la tête



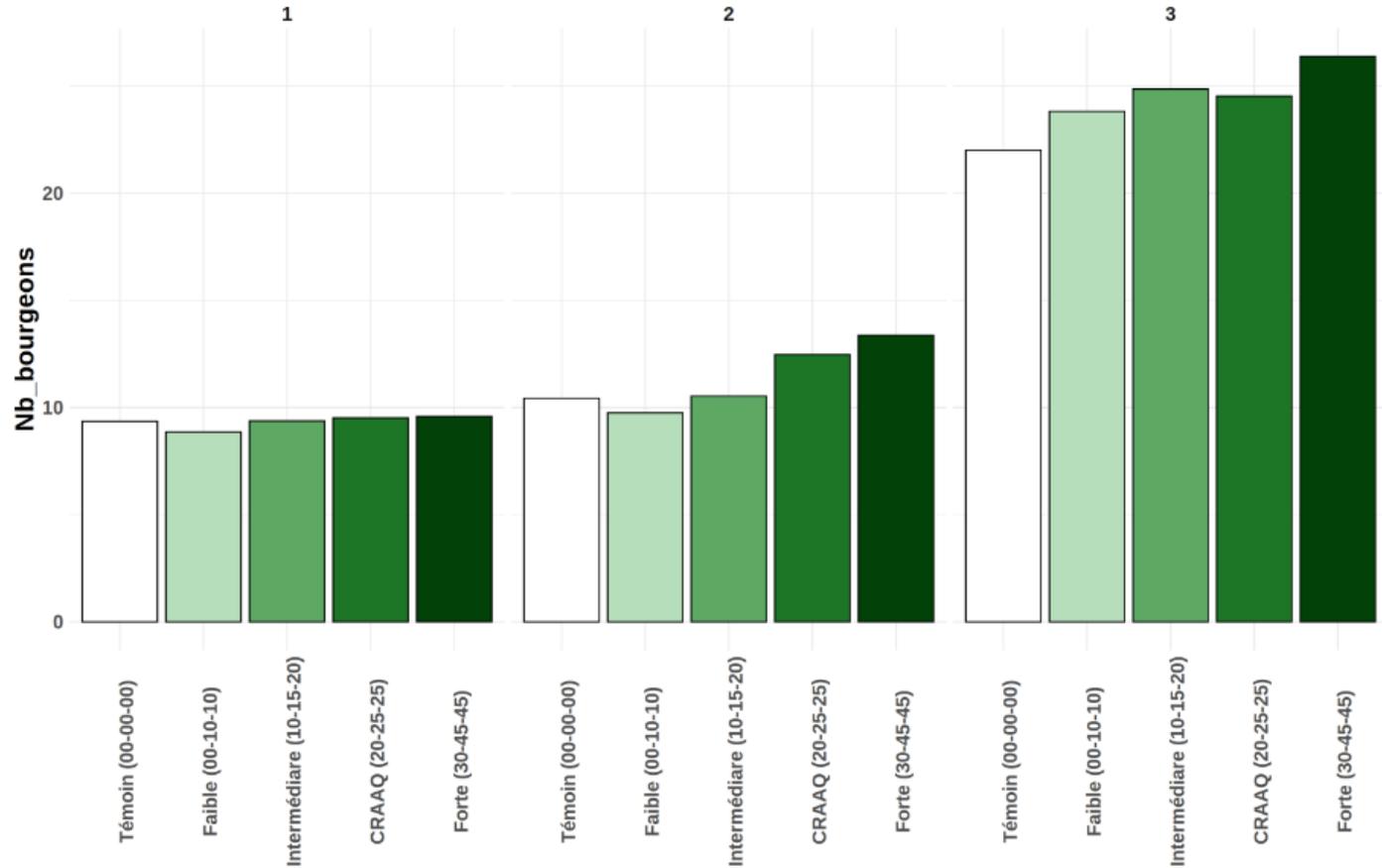
Résultats - Croissance - N - Longueur de la tête



Résultats - Croissance - N - Nombre de bourgeons

Traitement	emmean	SE	df	asyp.LCL	asyp.UCL	.group
Témoin (00-00-00)	17.37619	1.255587	Inf	14.15089	20.60150	a
Faible (00-10-10)	17.74027	1.255858	Inf	14.51426	20.96627	ab
Intermédiaire (10-15-20)	17.95223	1.255381	Inf	14.72745	21.17700	ab
CRAAQ (20-25-25)	18.31361	1.255065	Inf	15.08965	21.53758	ab
Forte (30-45-45)	18.96031	1.255307	Inf	15.73573	22.18490	b

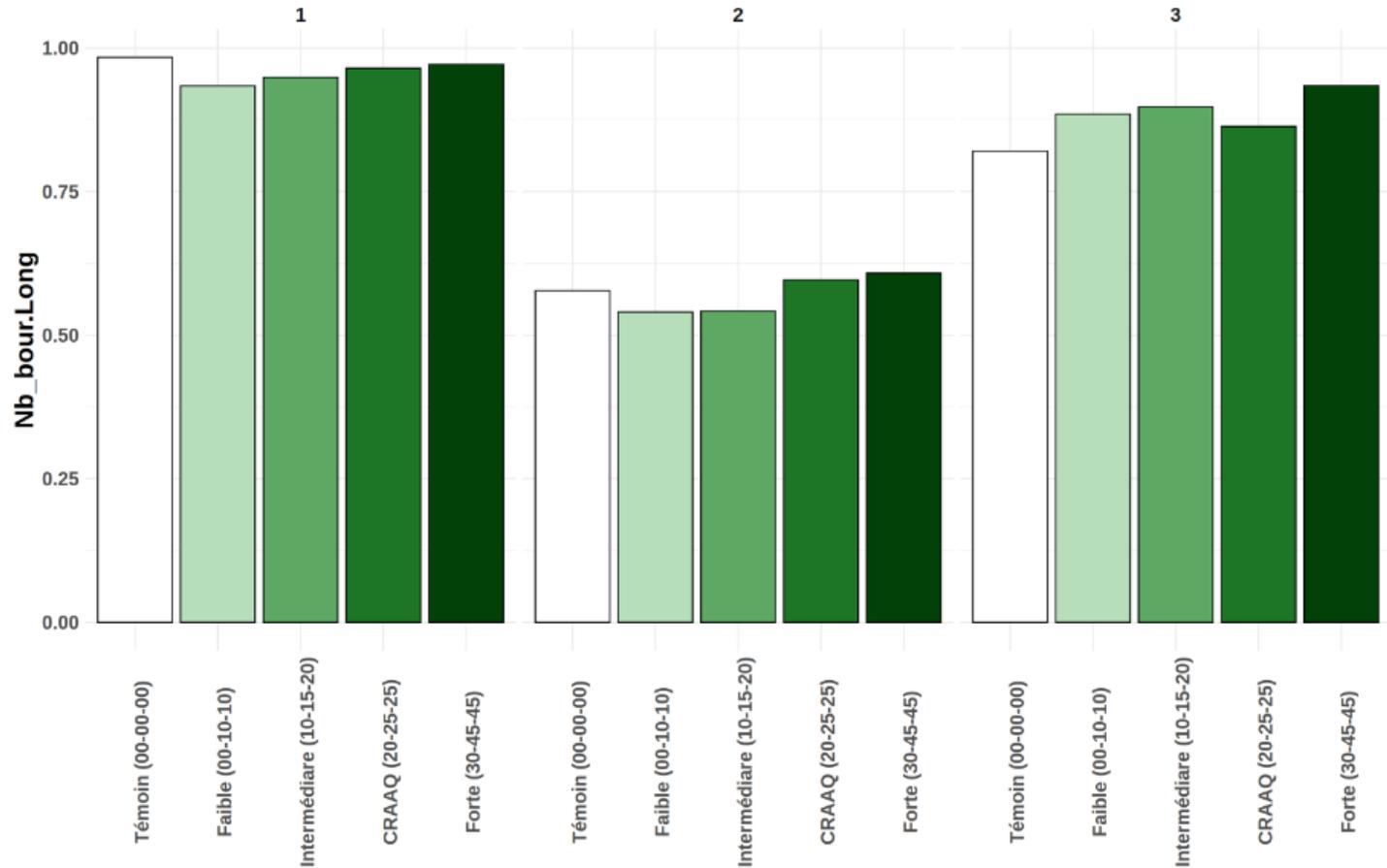
Résultats - Croissance - N - Nombre de bourgeons



Résultats - Croissance - N - Nb bourgeons / cm

	Traitement	emmean	SE	df	asymp.LCL	asymp.UCL	.group
2	Faible (00-10-10)	0.8998095	0.0306563	Inf	0.8210607	0.9785584	a
1	Témoin (00-00-00)	0.9069324	0.0306258	Inf	0.8282620	0.9856027	ab
3	Intermédiaire (10-15-20)	0.9094782	0.0306043	Inf	0.8308631	0.9880934	ab
4	CRAAQ (20-25-25)	0.9200383	0.0305707	Inf	0.8415093	0.9985673	ab
5	Forte (30-45-45)	0.9499636	0.0305971	Inf	0.8713668	1.0285605	b

Résultats - Croissance - N - Nb bourgeons / cm



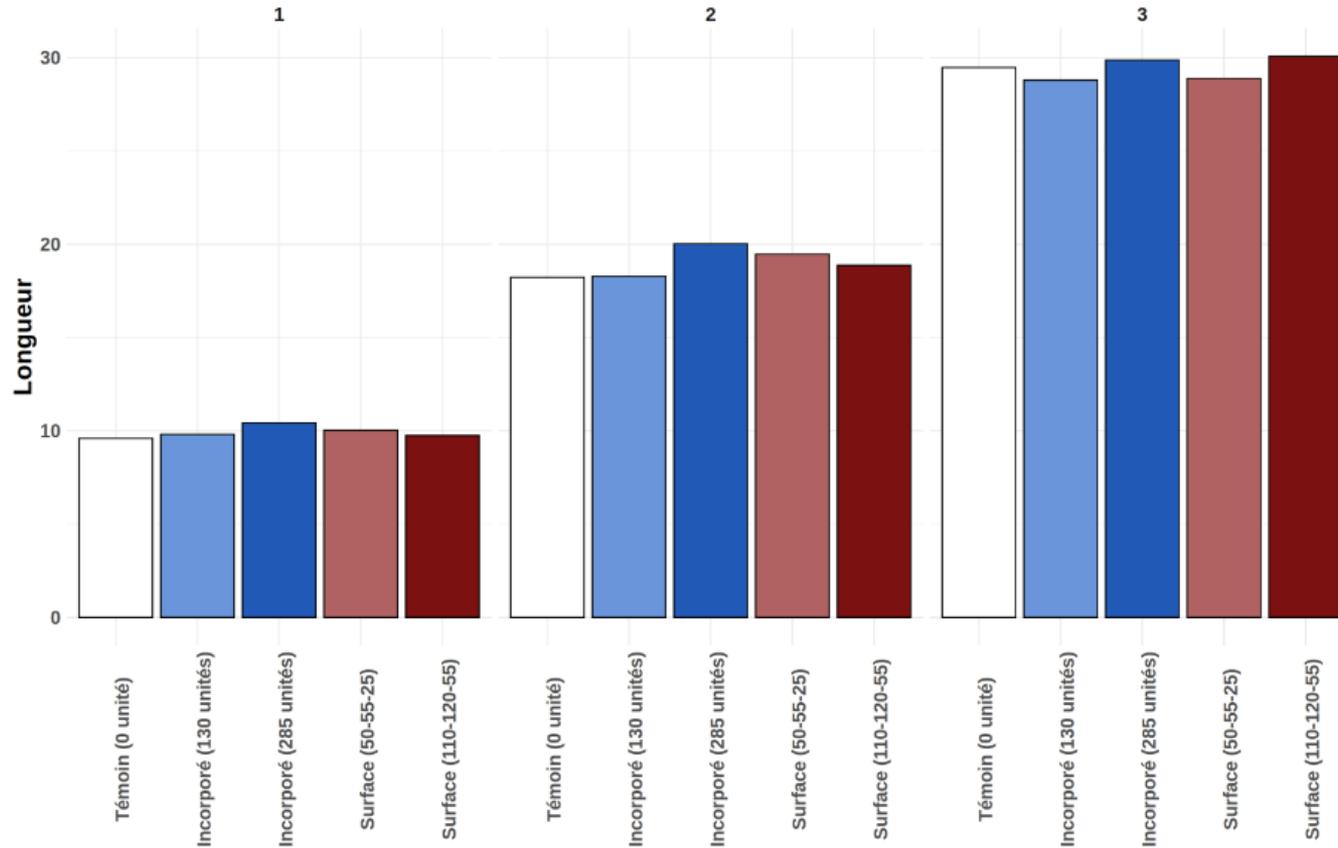
Questions / Réponses

- Est-ce que les arbres doivent être fertilisés l'année d'implantation? Si oui, quelle est la dose optimale **d'azote** pour stimuler la croissance des arbres?
 - Aucune différence de croissance chez les plants après la première année de fertilisation peu importe la dose (0-10-20-30N)
 - Risque d'augmenter les pertes de N dans l'environnement
 - Dose de l'an 2 semble plus déterminante
 - Est-ce que l'apport de l'an 1 a servi pour l'an 2 ?

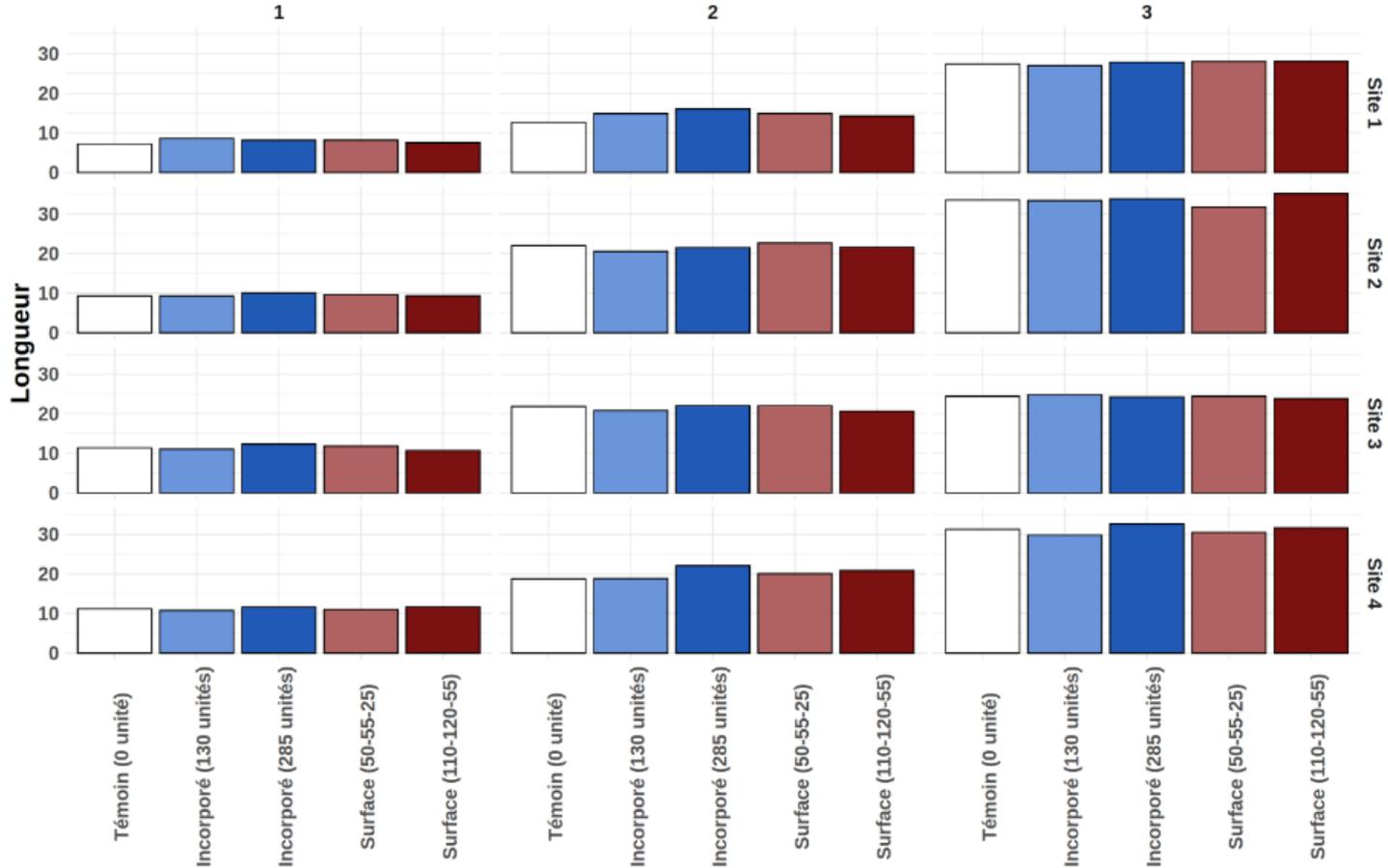
Résultats - Croissance - P - Longueur

	Traitement	emmean	SE	df	asyp.LCL	asyp.UCL	.group
2	Incorporé (130 unités)	20.99580	0.6435378	Inf	19.34271	22.64890	a
4	Surface (50-55-25)	21.05049	0.6432263	Inf	19.39819	22.70278	a
1	Témoin (0 unité)	21.13035	0.6434818	Inf	19.47740	22.78330	a
5	Surface (110-120-55)	21.47719	0.6433524	Inf	19.82457	23.12981	a
3	Incorporé (285 unités)	21.65472	0.6429567	Inf	20.00312	23.30633	a

Résultats - Croissance - P - Longueur



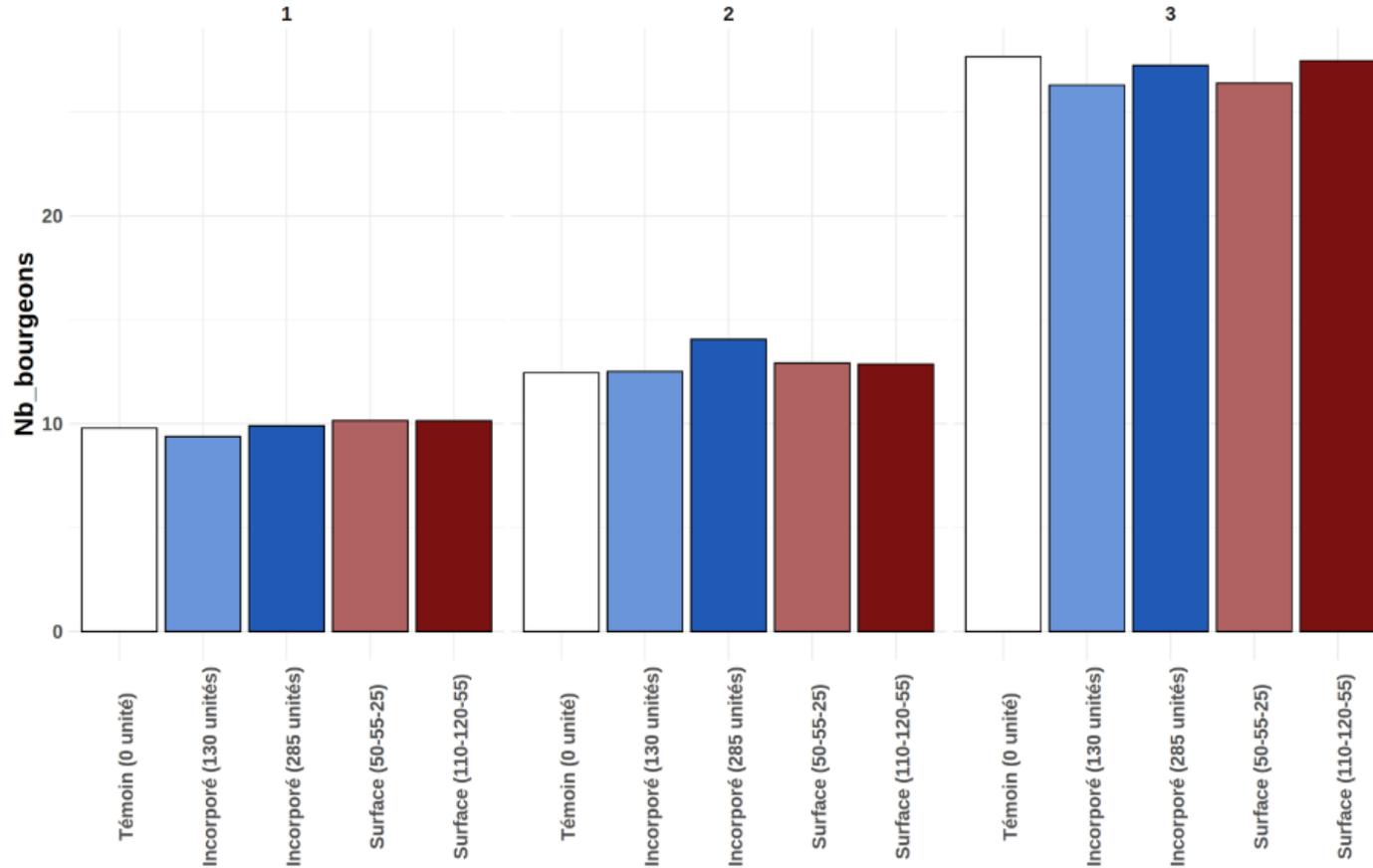
Résultats - Croissance - P - Longueur



Résultats - Croissance - P - Nombre de bourgeons

	Traitement	emmean	SE	df	asyp.LCL	asyp.UCL	.group
2	Incorporé (130 unités)	18.35290	0.5597381	Inf	16.91506	19.79073	a
4	Surface (50-55-25)	18.39268	0.5588500	Inf	16.95713	19.82824	a
1	Témoin (0 unité)	18.87387	0.5595984	Inf	17.43639	20.31135	a
3	Incorporé (285 unités)	18.87630	0.5581234	Inf	17.44262	20.30999	a
5	Surface (110-120-55)	18.93054	0.5591582	Inf	17.49420	20.36688	a

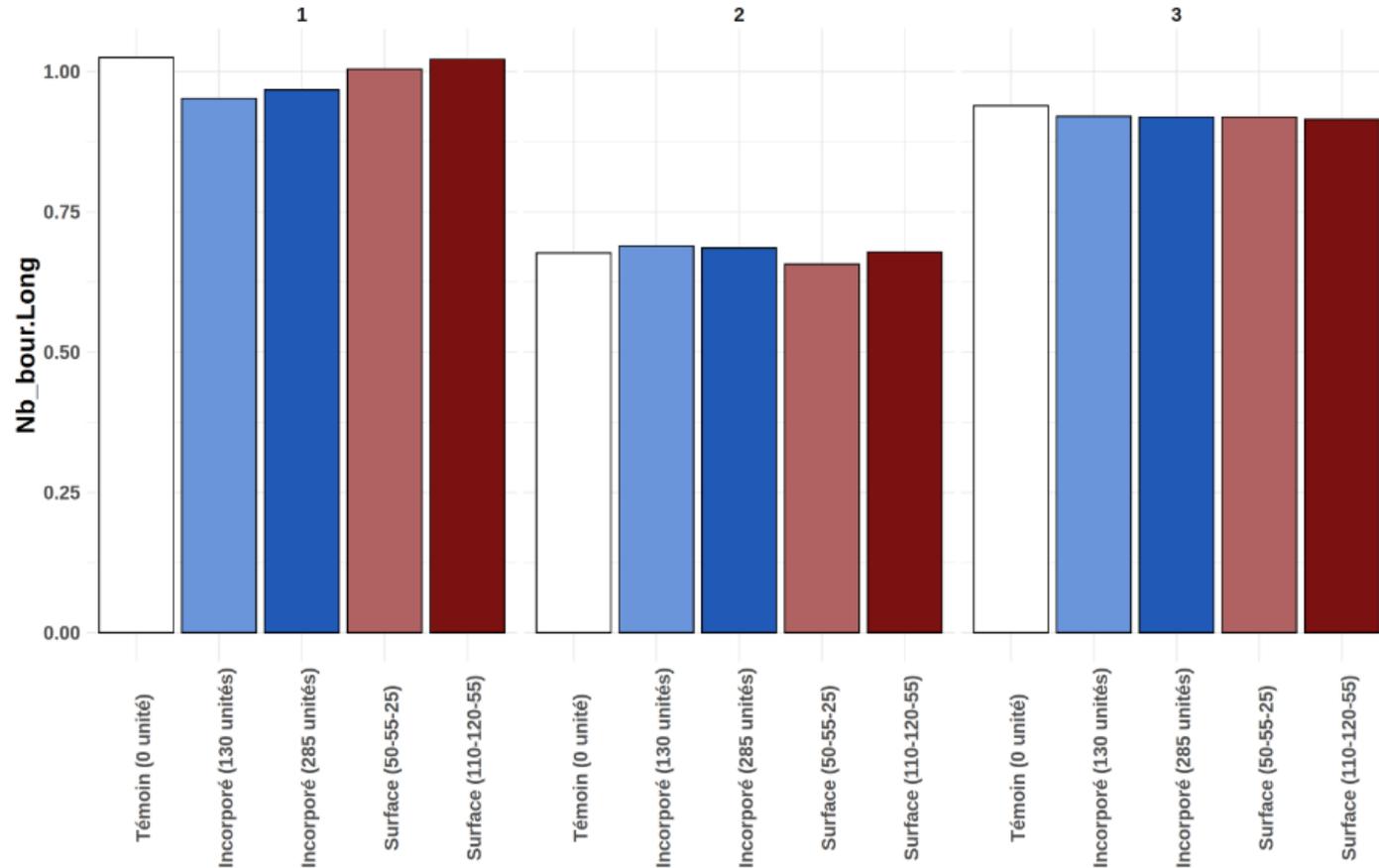
Résultats - Croissance - P - Nombre de bourgeons



Résultats - Croissance - P - Nb bourgeons / cm

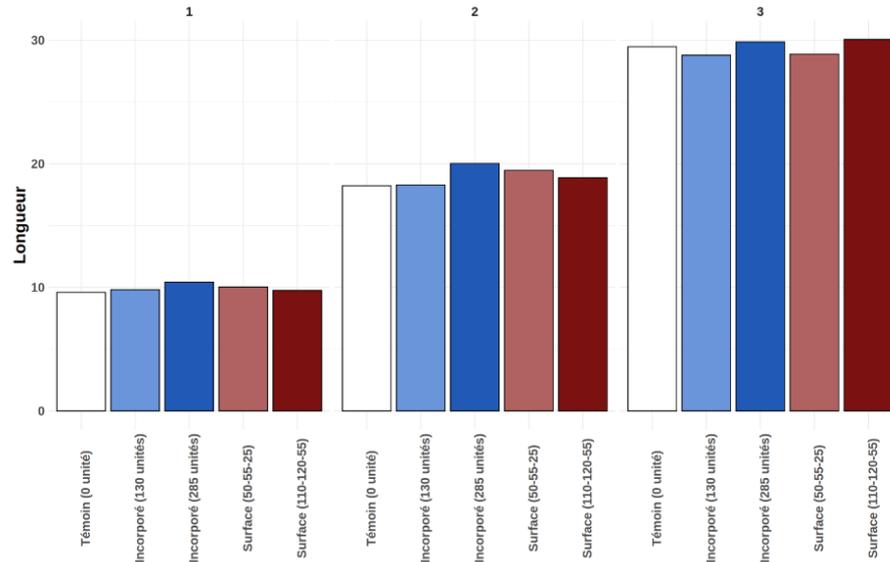
	Traitement	emmean	SE	df	asyp.LCL	asyp.UCL	.group
3	Incorporé (285 unités)	0.8922013	0.0437558	Inf	0.7798031	1.004600	a
2	Incorporé (130 unités)	0.8974264	0.0438076	Inf	0.7848951	1.009958	a
4	Surface (50-55-25)	0.8992512	0.0437795	Inf	0.7867919	1.011710	a
5	Surface (110-120-55)	0.9098298	0.0437903	Inf	0.7973430	1.022317	a
1	Témoin (0 unité)	0.9197340	0.0438027	Inf	0.8072151	1.032253	a

Résultats - Croissance - P - Nb bourgeons / cm



Questions / Réponses

- Est-ce que la dose de phosphore a un impact sur la « *croissance des arbres* »?
 - Non ! Aucune différence significative pour les mesures de croissance.



Méthode - sols

- Caractérisation des sites / bloc printemps AN1
- Suivi du nitrate du sol
 - Printemps : strate 0-20 cm
 - Automne (résiduels) : strate 0-30 cm
- Suivi du P du sol : automne
 - P soluble à l'eau: strates 0-5 cm et 5-15 cm
 - P M-3: strates 0-5 et 5-15 cm
- Suivi des pertes de N-NO₃ et N-NH₄ par lessivage (1 site seulement)
 - 1 lysimètre/parcelle (Essai N)
 - Chaque semaine : 20 semaines
 - Dosage en laboratoire



Installation des lysimètres



Profondeur racinaire ~ 25 cm à l'an 3

Caractéristiques physico-chimiques des sites d'étude

Paramètres	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4
pH _{eau}	5,5	4,9	5,0	5,5
pH _{SMP}	6,2	5,5	6,0	5,9
Matière organique (M.O.) (%)	5,7	6,6	5,2	6,6
N-NO ₃ (mg/kg)	17,1	6,9	7,4	1,7
Éléments majeurs Mehlich-3 (kg ha⁻¹ b.s.)				
P	181	65	69	43
K	213	222	219	154
Ca	3466	489	771	850
Mg	305	102	79	130
Al (mg kg ⁻¹)	867	1519	1438	1910
PM ₃ /AlM ₃ (%)	9,3	1,9	2,1	1,0
Texture				
Sable (%)	37	51	38	53
Limon (%)	43	35	46	31
Argile (%)	20	15	16	16
Texture	Loam	Loam à Loam Sableux	Loam	Loam Sableux

Résultats - Mesure du nitrate (N-NO₃) du sol

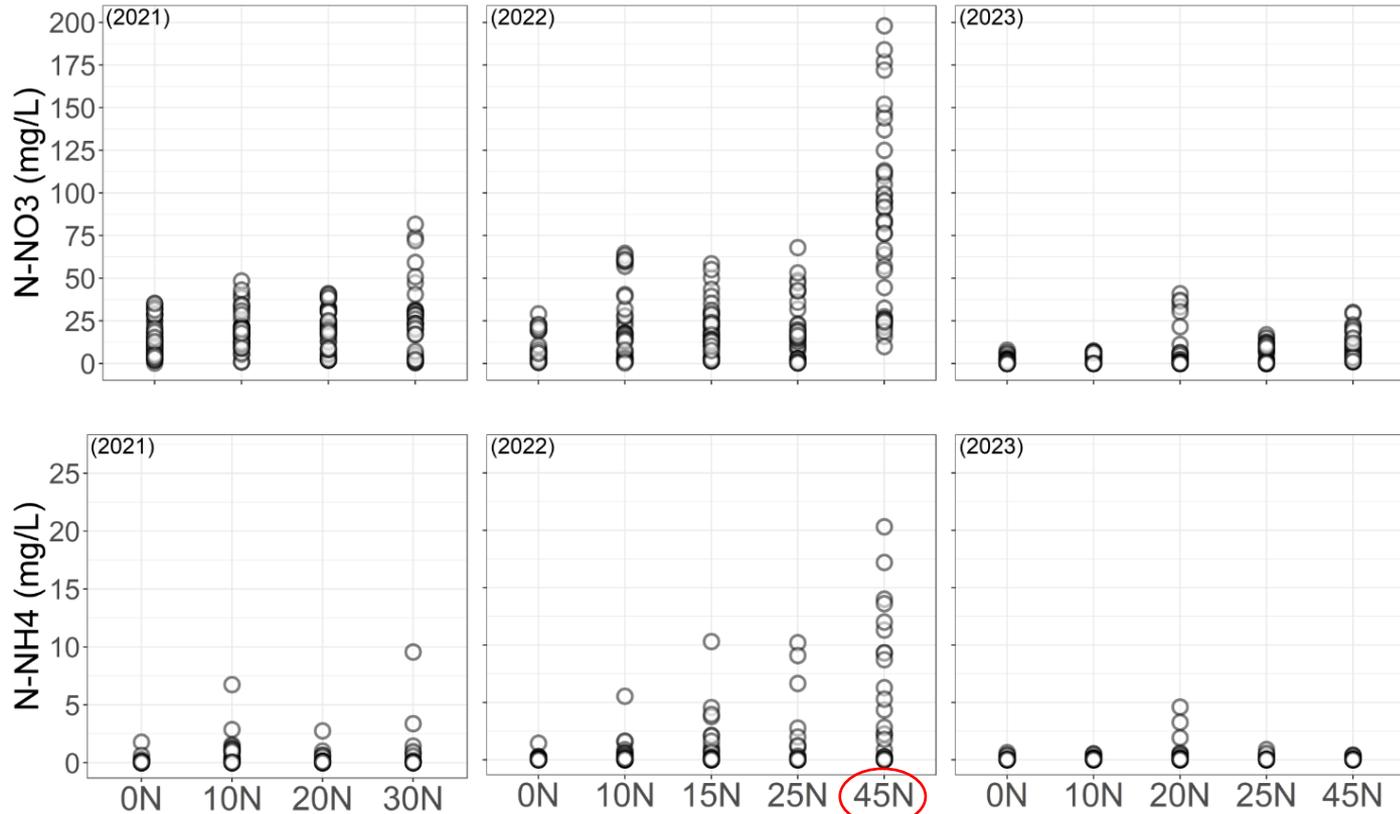
- Pour chaque site: aucune différence significative entre les 5 doses de N
- Les valeurs sont faibles-moyennes
- Nitrate résiduel automne : lessivage possible avec les doses plus élevées

N-NO₃ (mg/kg) du sol au printemps et résiduel à l'automne pour les 4 sites d'études*

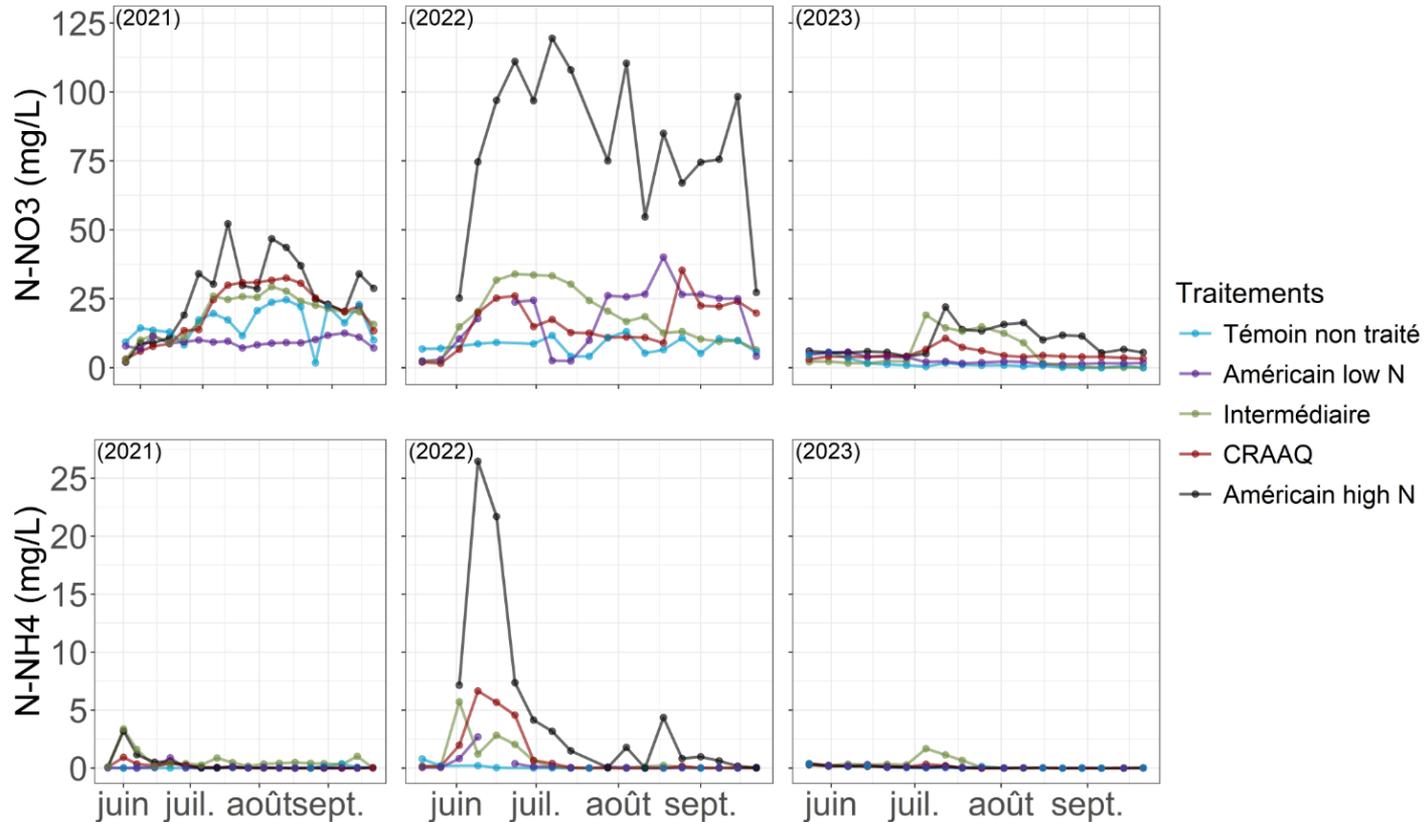
		Site 1	Site 2	Site 3	Site 4
An 1	Printemps	17,1	6,9	7,4	1,7
	Automne	10,4	2,0	5,0	11,3
An 3	Printemps	7,8	3,8	11,3	1,9
	Automne	2,5	4,4	2,9	3,1

* Strate 0-20 cm au printemps et 0-30 cm à l'automne

Influence des doses d'apport de N sous forme minérale sur les pertes en N-NO₃ et N-NH₄ par lessivage

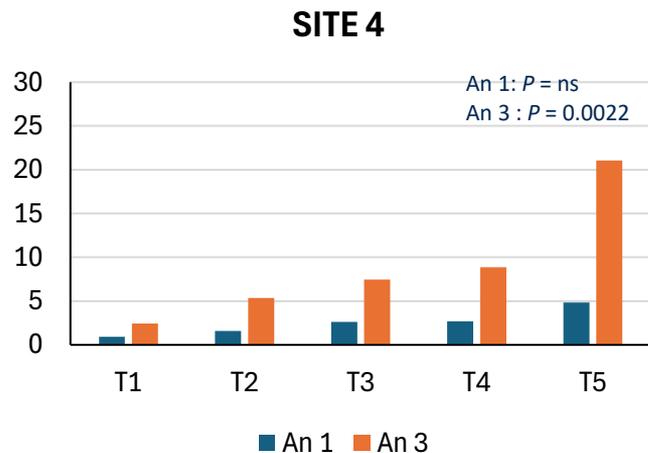
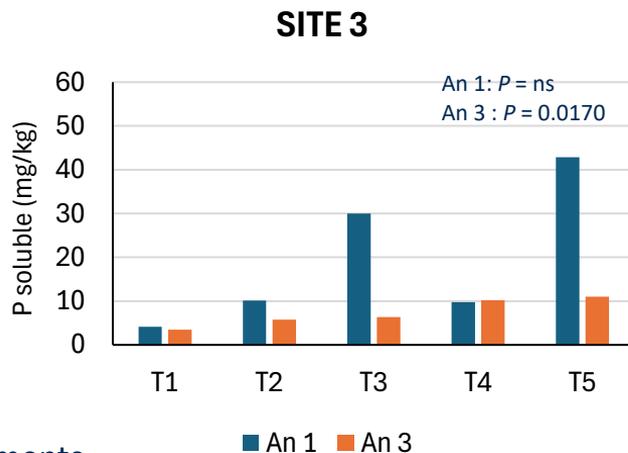
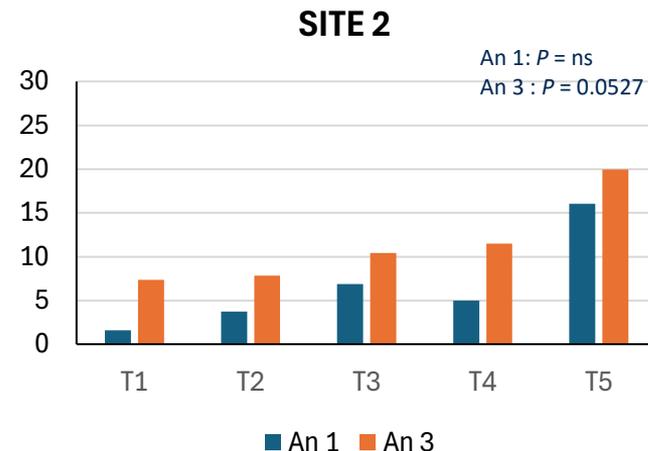
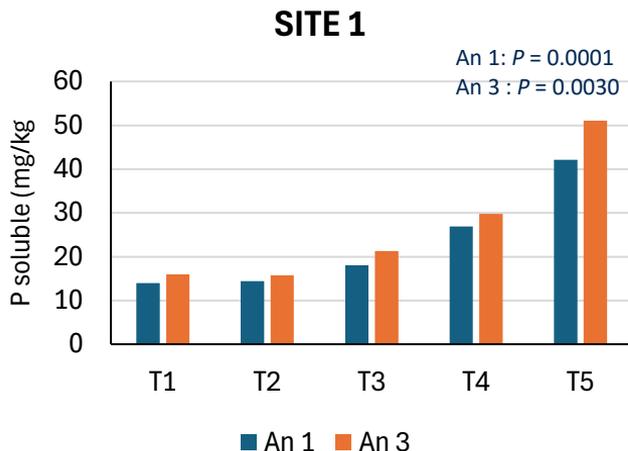


Évolution des valeurs de N-NO₃ et N-NH₄ par dose au cours des saisons 2021-2022-2023



P Soluble 0-5 cm

T1	Témoins (00-00-00)
T2	Incorporé 130 unités
T3	Incorporé 285 unités
T4	Surface (50-55-25)
T5	Surface (110-120-55)



Strate 5-15:
non montrée

- ns tous traitements
- 0,2 à 5,8 mg/kg

P M-3 0-5 cm

T1	Témoin (00-00-00)
T2	Incorporé 130 unités
T3	Incorporé 285 unités
T4	Surface (50-55-25)
T5	Surface (110-120-55)

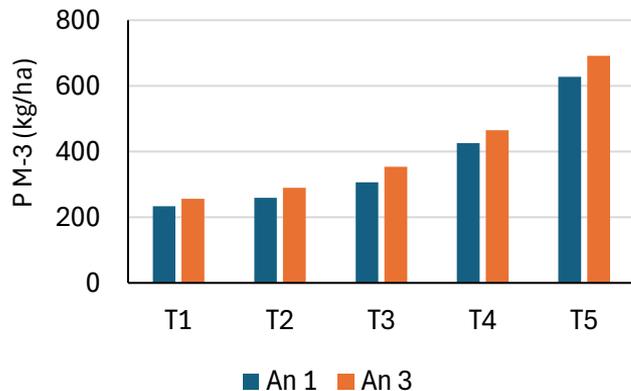


Strate 5-15:
non montrée

- ns tous traitements
- De 40 à 100 kg/ha (sauf site 1: 115 à 225 kg/ha)

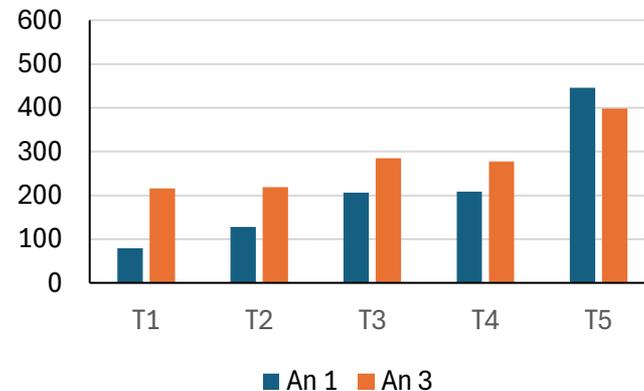
SITE 1

An 1: $P = 0.0003$
An 3: $P = 0.0031$



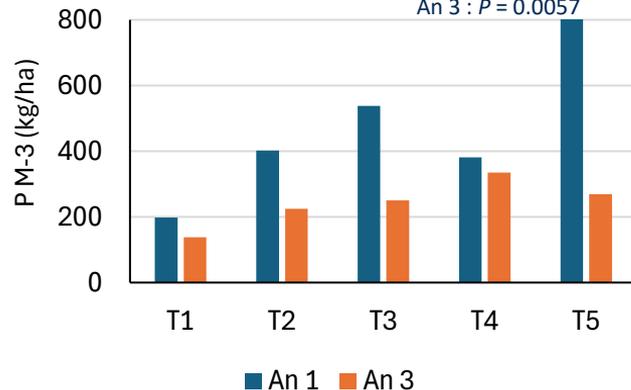
SITE 2

An 1: $P = ns$
An 3: $P = ns$



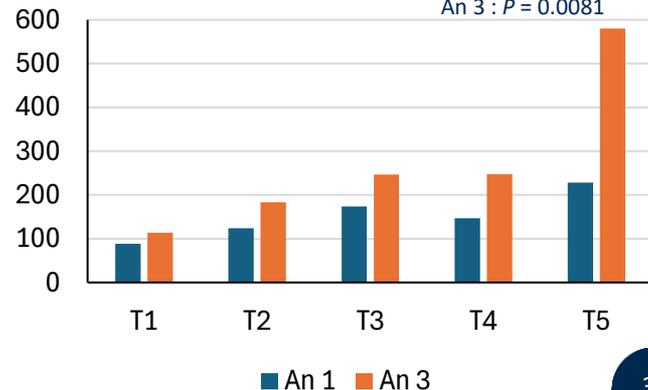
SITE 3

An 1: $P = 0.0552$
An 3: $P = 0.0057$



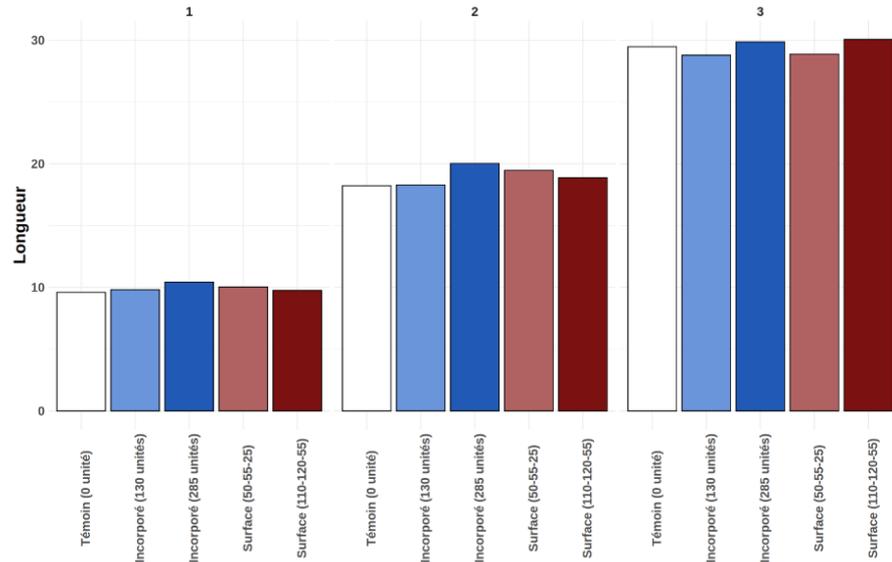
SITE 4

An 1: $P = 0.0324$
An 3: $P = 0.0081$



Questions / Réponses

- Est-ce qu'il est nécessaire d'incorporer du phosphore avant de planter?
 - Non ! Aucune différence significative pour les mesures de croissance.
 - Toutefois, si du P doit être apporté, l'application par incorporation diminue les quantités de P en surface. Diminution du risque de pertes de P par ruissellement



Phase 2 du projet 2023-2024 en cours

- Poursuite des mesures aux mêmes 4 sites pendant 2 ans
- Suivi lysimétrique en 2023 et 2024
- Ajout d'une mesure du potentiel de minéralisation de l'N du sol (potentiel de fourniture en N disponible des sites)
- D'autres demandes financières seront effectuées afin de suivre les arbres jusqu'à leur récolte

Évolution d'un site – exemple an 1-2-3



Année 1 site 4



Année 2 site 4



Année 3 site 4



MERCI!